



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 28 177 A 1**

⑤ Int. Cl. 7:
H 01 L 41/083
H 02 N 2/04

⑳ Aktenzeichen: 199 28 177.7
㉔ Anmeldetag: 19. 6. 1999
㉕ Offenlegungstag: 11. 1. 2001

DE 199 28 177 A 1

㉑ Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

㉒ Erfinder:
Schmoll, Klaus-Peter, Dr., 74251 Lehensteinsfeld,
DE; Boecking, Friedrich, 70499 Stuttgart, DE

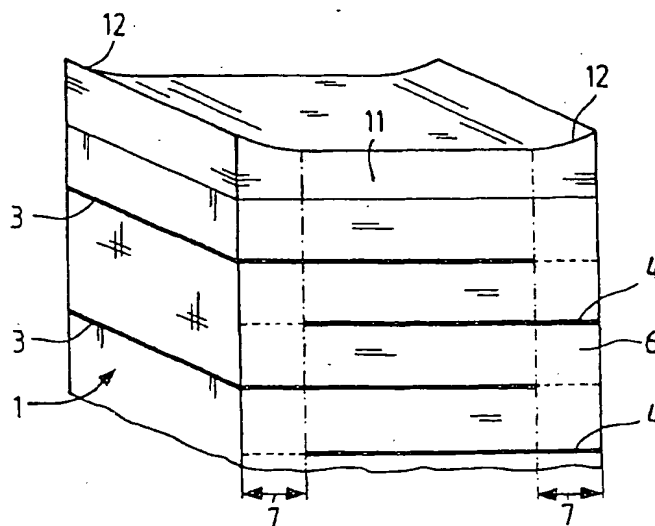
⑤6 Entgegenhaltungen:
JP 08-2 74 381 A
JP 07-1 83 586 A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Piezoaktor

⑤7 Es wird ein Piezoaktor, beispielsweise zur Betätigung eines mechanischen Bauteils, vorgeschlagen, bei dem ein Mehrschichtaufbau von Piezolagen (2) und dazwischen angeordneten Elektroden (3, 4) angeordnet ist. Bei einer wechselseitigen seitlichen Kontaktierung (5, 6) der Elektroden (3, 4) ist eine neutrale Phase (7) ohne Elektroden-schicht vorhanden, in der Rissbildungen entstehen können, die durch eine Formgebung des Mehrschichtaufbaus verhindert werden können, über die eine erhöhte mechanische Spannung, bei einer Einspannung des Piezoaktors (1) senkrecht zum Lagenaufbau, im Bereich der neutralen Phasen (7) aufbringbar ist.



DE 199 28 177 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Piezoaktor, beispielsweise zur Betätigung eines mechanischen Bauteils wie ein Ventil oder dergleichen, nach den gattungsgemäßen Merkmalen des Hauptanspruchs.

Es ist allgemein bekannt, dass unter Ausnutzung des sogenannten Piezoeffekts ein Piezoelement aus einem Material mit einer geeigneten Kristallstruktur aufgebaut werden kann. Bei Anlage einer äußeren elektrischen Spannung erfolgt eine mechanische Reaktion des Piezoelements, die in Abhängigkeit von der Kristallstruktur und der Anlagebereiche der elektrischen Spannung einen Druck oder Zug in eine vorgebbare Richtung darstellt. Der Aufbau dieses Piezoaktors kann hier in mehreren Schichten erfolgen (Multilayer-Aktoren), wobei die Elektroden, über die die elektrische Spannung aufgebracht wird, jeweils zwischen den Schichten angeordnet werden. Beim Betrieb des Piezoaktors ist darauf zu achten das durch mechanische Spannungen im Lagenaufbau keine störenden Rissbildungen entstehen.

Vorteile der Erfindung

Der eingangs beschriebene Piezoaktor, der beispielsweise zur Betätigung eines mechanischen Bauteils verwendbar sein kann, ist in vorteilhafter Weise mit einem Mehrschichtaufbau von Piezolagen und dazwischen angeordneten Elektroden aufgebaut. Bei einer wechselseitigen seitlichen Kontaktierung der Elektroden entsteht im Bereich zwischen zwei Piezolagen jeweils eine neutrale Phase. Da die jeweils an einer Seite kontaktierten Elektroden kammiartig in den Lagenaufbau integriert sind, müssen die in Richtung des Lagenaufbaus aufeinanderfolgenden Elektroden jeweils abwechseln an gegenüberliegenden Seiten kontaktiert werden.

Die an einer Seite kontaktierten Elektroden können dabei nicht vollständig bis an die gegenüberliegende Seite geführt werden, da sonst Spannungsüberschläge zur Zerstörung des Piezoaktors führen können. Bei einer Betätigung des Piezoaktors, d. h. bei Anlage einer Spannung zwischen den im Lagenaufbau gegenüberliegenden Elektroden treten unterschiedliche mechanische Kräfte im Bereich der Elektroden sowie in den nichtkontaktierten neutralen Phasen auf, die zu mechanischen Spannungen und Rissbildungen im Piezoaktor führen können.

In vorteilhafter Weise wird erfindungsgemäß bei einer Einspannung des Piezoaktors senkrecht zum Lagenaufbau mit einer Formgebung des Mehrschichtaufbaus gezielt eine erhöhte mechanische Spannung im Bereich der neutralen Phasen zur Verhinderung der Rissbildung aufgebracht.

Bei einer ersten vorteilhaften Ausführungsform ist mindestens eine äußere Deckschicht des Mehrschichtaufbaus an der äußeren Endfläche so gestaltet, dass diese im Bereich der neutralen Phasen eine Verdickung aufweist und so hier gezielt eine erhöhte Vorspannkraft aufgebracht werden kann. Die Verdickung kann auf einfache Weise beispielsweise durch Schleifen der Deckschicht gebildet werden.

Bei einer anderen vorteilhaften Ausführungsform wird zwischen den Lagen des Mehrschichtaufbaus eine Isolationsschicht angeordnet, die im Bereich der neutralen Phasen jeweils eine Verdickung aufweist und so in vergleichbarer Weise wie beim ersten Ausführungsbeispiel wirkt.

Eine weitere Ausführungsform weist in vorteilhafter Weise besonders gestaltete Elektroden im Mehrschichtaufbau auf, die ebenfalls im Bereich der neutralen Phase jeweils eine Verdickung aufweisen, wobei hinsichtlich der verschiedenen zuvor genannten Ausführungsformen auch einige oder alle Merkmale miteinander kombiniert sind.

Diese und weitere Merkmale von bevorzugten Weiterbil-

dungen der Erfindung gehen außer aus den Ansprüchen auch aus der Beschreibung und den Zeichnungen hervor, wobei die einzelnen Merkmale jeweils für sich allein oder zu mehreren in Form von Unterkombinationen bei der Ausführungsform der Erfindung und auf anderen Gebieten verwirklicht sein und vorteilhafte sowie für sich schutzfähige Ausführungen darstellen können, für die hier Schutz beansprucht wird.

Zeichnung

Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Piezoaktors werden anhand der Zeichnung erläutert. Es zeigen

Fig. 1 einen Schnitt durch einen Piezoaktor mit einem Mehrschichtaufbau von Lagen aus Piezokeramik und Elektroden;

Fig. 2 einen Detailschnitt durch den Lagenaufbau im Bereich von neutralen Phasen ohne Anlage einer elektrischen Spannung;

Fig. 3 einen Detailschnitt durch den Lagenaufbau im Bereich von neutralen Phasen mit Anlage einer elektrischen Spannung;

Fig. 4 ein erstes Ausführungsbeispiel eines Piezoaktors, bei dem eine äußere Deckschicht im Bereich der neutralen Phasen an den Seitenflächen Verdickungen aufweist;

Fig. 5 ein zweites Ausführungsbeispiel eines Piezoaktors, bei dem eine äußere Deckschicht im Bereich der neutralen Phasen an den gegenüberliegenden Ecken Verdickungen aufweist;

Fig. 6 ein drittes Ausführungsbeispiel eines Piezoaktors, bei dem die Elektroden im Bereich der neutralen Phasen Verdickungen aufweist und

Fig. 7 ein viertes Ausführungsbeispiel eines Piezoaktors, bei jeweils eine Isolationsschicht zwischen den Lagen angebracht ist, die im Bereich der neutralen Phasen an den Seitenflächen Verdickungen aufweist.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

In Fig. 1 ist ein Piezoaktor 1 gezeigt, der in an sich bekannter Weise aus Piezofolien 2 eines Quarzmaterials mit einer geeigneten Kristallstruktur aufgebaut ist, so dass unter Ausnutzung des sogenannten Piezoeffekts bei Anlage einer äußeren elektrischen Spannung an Elektroden 3 und 4 über Kontaktflächen 5 und 6 eine mechanische Reaktion des Piezoaktors 1 erfolgt.

Aus Fig. 2 ist ein Bereich des Piezoaktors 1 vergrößert dargestellt, der die Elektroden 3 und 4 zeigt, wobei hier auch die Kontaktierung der Elektroden 4 mit der Kontaktfläche 6 zu erkennen ist. Da die Elektroden 3 aufgrund der anderen Polarität einen Abstand zu dieser Kontaktfläche 6 einhalten müssen sind hier neutrale Phasen gebildet, die anhand der neutralen Phase 7 beispielhaft dargestellt sind. Aufgrund des somit räumlich unterschiedlichen Auftretens des Piezoeffekts entstehen mechanische Spannungen in der neutralen Phase 7, die zu einer Materialbeeinträchtigung führen, die mit der gewellten Linie 8 schematisch angedeutet ist.

Nach Fig. 3 ist der Bereich aus der Fig. 2 mit einer angelegten elektrischen Spannung gezeigt, wobei die dadurch hervorgerufene mechanische Reaktion des Piezoaktors mit Pfeilen 9 und 10 verdeutlicht ist. Hierbei ist erkennbar, dass im Bereich der neutralen Phase 7 eine geringere Ausdehnung in Richtung der Pfeile 9 und daher eine Kraftwirkung in Richtung des Pfeiles 10 bewirkt wird, die zu Rissbildung im Bereich 8 der neutralen Phase führt.

Ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand Fig. 4 erläutert, bei dem eine äußere Deckschicht 11 auf dem Mehrschichtaufbau angeordnet ist, die im Bereich

der neutralen Phase 7 mit einer Verdickung 12 versehen ist, welche im äußeren Maximum eine Größenordnung von 2 bis 8 µm erreichen kann. Mit dieser Verdickung 12 kann beim Einspannen des Piezoaktors 1 eine Vorspannung im Bereich der neutralen Phasen 7 aufgebracht werden, die die Rissbildung im Bereich 8 der Elektroden 3 und 4 verhindert (siehe Fig. 3).

Aus Fig. 5 ist ein zweites Ausführungsbeispiel zu entnehmen, das eine äußere Deckschicht 11 mit Verdickungen 13 zeigt, die an gegenüberliegenden Ecken des Piezoaktors 1 angeordnet sind. Die neutralen Phasen 7 sind hier ebenfalls an den Ecken ausgebildet, da bei diesem Ausführungsbeispiel die Kontaktierung der Elektroden 3 und 4 über eine an den Ecken angebrachte Kontaktfläche 14 und eine nicht sichtbare diagonal gegenüberliegenden Kontaktfläche erfolgt.

Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 6 wird eine Verdickung im Bereich der neutralen Phase 7 durch eine lokale Verdickung der Elektroden 3 und 4 ausschließlich im Bereich der neutralen Phasen 7 bewirkt.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel nach Fig. 7 zeigt einen Piezoaktor 1, bei dem im Bereich der neutralen Phase 7 eine hier extra verdickte Isolationsschicht 15 zwischen den Piezolagen 2 eingebracht ist, um auch hier beim Einspannen des Piezoaktors 1 eine Vorspannung aufzubringen, die eine Rissbildung zu verhindert.

8. Piezoaktor nach einem der Ansprüche 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass einige oder alle Merkmale dieser Ansprüche miteinander kombiniert sind.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

Patentansprüche

1. Piezoaktor, mit
 - einem Mehrschichtaufbau von Piezolagen (2) und dazwischen angeordneten Elektroden (3, 4)
 - einer wechselseitigen seitlichen Kontaktierung (5, 6) der Elektroden (3, 4), wobei im Bereich zwischen zwei Piezolagen, der eine an der jeweils gegenüberliegenden Seite kontaktierte Elektrode (3, 4) aufweist eine neutrale Phase (7) ohne Elektrodenschicht vorhanden ist und mit
 - einer Formgebung des Mehrschichtaufbaus über die eine erhöhte mechanische Spannung, bei einer Einspannung des Piezoaktors (1) senkrecht zum Lagenaufbau, im Bereich der neutralen Phasen (7) aufbringbar ist.
2. Piezoaktor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine äußere Deckschicht (11) des Mehrschichtaufbaus an der äußeren Endfläche so gestaltet ist, dass diese im Bereich der neutralen Phasen (7) eine Verdickung (12; 13) aufweist.
3. Piezoaktor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Verdickung (12) an gegenüberliegenden Seiten der Deckschicht (11), entsprechend der Anordnung der neutralen Phasen (7), angeordnet ist.
4. Piezoaktor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Verdickung (13) an diagonal gegenüberliegenden Ecken der Deckschicht (11) entsprechend der Anordnung der neutralen Phasen (7) angeordnet ist.
5. Piezoaktor nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Verdickung durch Schleifen der Deckschicht gebildet ist.
6. Piezoaktor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen (einigen oder allen ?) Lagen des Mehrschichtaufbaus eine Isolationsschicht (15) angeordnet ist, die im Bereich der neutralen Phasen (7) jeweils eine Verdickung aufweist.
7. Piezoaktor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektroden (3, 4) des Mehrschichtaufbaus im Bereich der neutralen Phase (7) jeweils eine Verdickung aufweisen.

- Leerseite -

THIS PAGE BLANK (USPTO)

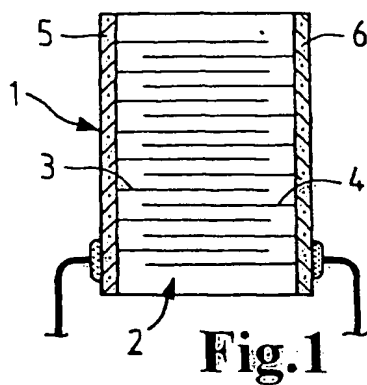


Fig. 1

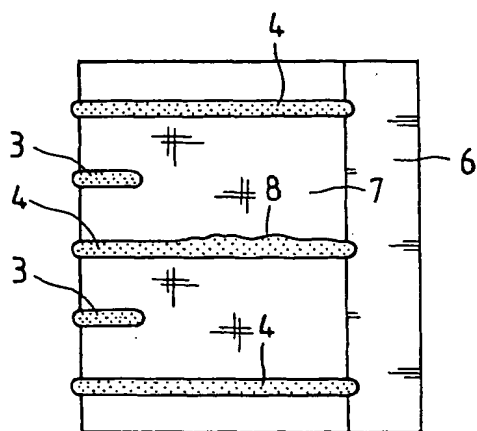


Fig.2

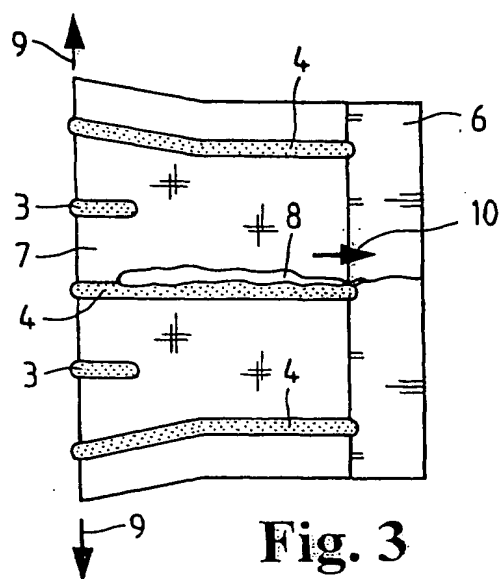


Fig. 3

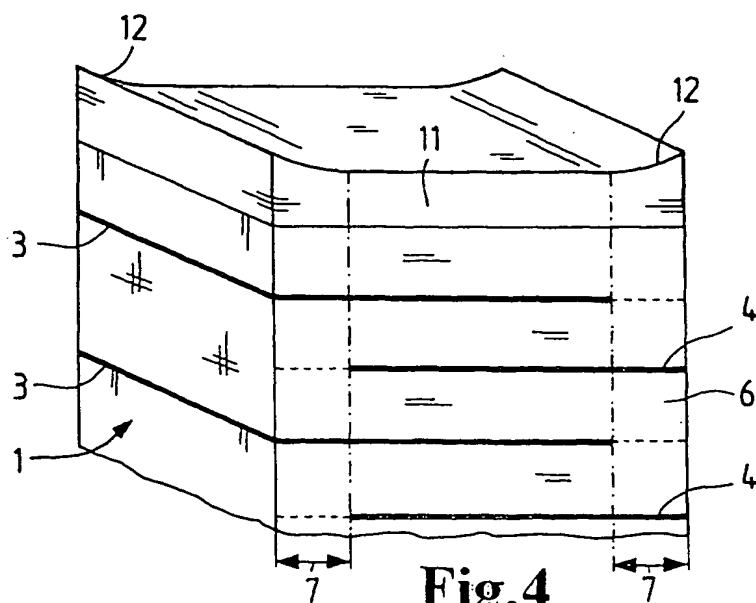


Fig.4

